

Recovery of natural organic fruit acids, especially oxalic acid from mixture with malic and citric acids

Patent number: DE19755426
Publication date: 1999-06-24
Inventor: WERNER HEIDEMARIE (DE); WAEHLING AXEL DIPL
 ING (DE); KABRODT KATHRIN (DE)
Applicant: NIG NAHRUNGS INGENIEURTECHNIK (DE);
 HELLRIEGEL INST E V BERNBURG P (DE)
Classification:
- International: **B01D61/44; C07C51/42; B01D61/42; C07C51/42;**
 (IPC1-7): C07C51/42; B01D61/42; C07C55/06;
 C07C59/08; C07C59/245
- european: B01D61/44; B01D61/44B; C07C51/42
Application number: DE19971055426 19971213
Priority number(s): DE19971055426 19971213

Report a data error here

Abstract of DE19755426

Dilute juice is electrodialyzed in four chambers, formed by alternating cationic and anionic exchange membranes, located between anode and cathode. Flow to each chamber is recirculated, with appropriate make-up (5, 6, 11, 12) and off take (7, 8, 9, 10) connections as follows. The anode side chamber (K1) contains fruit acid concentrate with distilled water addition at the inlet; concentrated fruit acid is removed, from which further recovery of fruit acids takes place in conventional manner.

Data supplied from the **esp@cenet** database - Worldwide



①⑨ **BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND**



**DEUTSCHES
PATENT- UND
MARKENAMT**

①⑫ **Offenlegungsschrift**
①⑩ **DE 197 55 426 A 1**

⑤① Int. Cl.⁶:
C 07 C 51/42
C 07 C 55/06
B 01 D 61/42
C 07 C 59/08
C 07 C 59/245

②① Aktenzeichen: 197 55 426.1
②② Anmeldetag: 13. 12. 97
④③ Offenlegungstag: 24. 6. 99

DE 197 55 426 A 1

⑦① **Anmelder:**

NIG Nahrungs-Ingenieurtechnik GmbH, 39124
Magdeburg, DE; Prof. Hellriegel Institut e.V.
Bernburg, 06406 Bernburg, DE

⑦④ **Vertreter:**

Schinke, H., Dr.rer.nat. Dr.jur., Pat.-Anw., 06237
Leuna

⑦② **Erfinder:**

Werner, Heidemarie, Dipl.-Bio.-Chem., 39291
Drewitz, DE; Wähling, Axel, Dipl.-Ing., 39120
Magdeburg, DE; Kabrodt, Kathrin, Dipl.-Bio.-Chem.,
06406 Bernburg, DE

⑤⑥ **Entgegenhaltungen:**

DE 1 96 00 620 C1

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

⑤④ **Verfahren zur Gewinnung von natürlich vorkommenden organischen Säuren**

⑤⑦ Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Gewinnung natürlich vorkommender organischer Säuren (Fruchtsäuren), insbesondere Oxalsäure, aus filtrierten Pflanzensäften und -extrakten, die aus pflanzlichen Rohstoffen gewonnen werden.

Das Verfahren geht von filtrierten Pflanzensäften und -extrakten aus pflanzlichen Rohstoffen aus, wobei das (Diluat) einer Elektrodialyse in mindestens 4 Kammern unterworfen wird, die im Wechsel durch Anionenaustauschermembranen und Kationenaustauschermembranen gebildet werden.

Eine Variante besteht darin, daß die filtrierten Pflanzensäfte und -extrakte (Diluat) einer Elektrodialyse in mindestens 2 Kammern unterworfen werden, die durch eine Anionenaustauschermembran getrennt und jeweils durch eine bipolare Membran begrenzt werden.

Mit dem beschriebenen Verfahren ist es möglich, natürlich vorkommende organische Säuren aus Säften und Extrakten pflanzlicher Rohstoffe als Gemisch oder selektiv nahezu quantitativ und in guter Qualität zu gewinnen.

DE 197 55 426 A 1

Beschreibung

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Gewinnung natürlich vorkommender organischer Säuren (Fruchtsäuren), insbesondere Oxalsäure, aus filtrierten Pflanzensäften und -extrakten.

5 Natürlich vorkommende organische Säuren wie Citronen-, Äpfel- und Milchsäure können durch Fermentation aus Kohlenhydraten unter Einsatz von Mikroorganismen und erheblichem apparativen Aufwand gewonnen werden.

Oxalsäure wird auf chemischem Wege synthetisiert, wobei Saccharose mittels Mineralsäuren unter Zuhilfenahme eines Katalysators (Vanadinpentoxid) in Oxalsäure umgewandelt wird.

10 In der Natur kommen organische Säuren insbesondere in Pflanzen sehr häufig vor, wobei die Art der Säure und ihre Konzentrationen in den verschiedenen Pflanzen stark differieren. Es gibt Pflanzen, die Gehalte an organischen Säuren aufweisen und Biomasseerträge erzielen, die eine Gewinnung dieser Verbindungen aus Preßsäften bzw. Extrakten rechtfertigt.

Ein wichtiger Faktor ist die durch den Anbau fruchtsäurehaltiger Pflanzen mögliche Nutzung stillgelegter Flächen für den Non-Food-Bereich und die Nutzung bereits vorhandener Technologien und Technik der Fruchtsaftindustrie zur Aufarbeitung der Rohstoffe.

15 Im biotechnologischen Bereich wird zur Produktaufarbeitung die Elektrodialyse auf Grund ihrer schonenden Verfahrensparameter von fermentativ hergestellten organischen Säuren wie der Itacon- und Citronensäure genutzt. Es existiert eine Reihe von Literaturhinweisen und Schutzrechten.

Genannt seien das Europapatent EP 0 230 021 "Kontinuierliches Verfahren zur fermentativen Herstellung organischer Säuren", wobei die Säuren mittels Elektrodialyse abgetrennt werden.

Die Patentschrift DE 35 42 861 beschreibt ein Verfahren zur Gewinnung von Äpfelsäure aus Fermentationsbrühen.

Weitere bekannte Verfahren haben das Ziel, fermentativ gewonnene Salze mittels Elektrodialyse in die freien Säuren zu überführen, zum Beispiel Itaconsäure (US-PS 3 873 425) und Milchsäure (DE-OS 19 57 395).

Danach werden ausgewählte Säuren, wie sie bei der Fermentation anfallen, gewonnen.

25 Verfahren zur Gewinnung von Säuren, die als Gemische in den Pflanzensäften und -extrakten aus pflanzlichen Rohstoffen vorkommen, sind nicht bekannt. Das betrifft sowohl die Gewinnung solcher Säuregemische als auch die selektive Gewinnung von einzelnen Säuren aus diesen Gemischen.

Es bestand deshalb die Aufgabe, ein Verfahren zur Gewinnung natürlich vorkommender organischer Säuren aus pflanzlichen Rohstoffen zu entwickeln.

30 Es wurde gefunden, daß sich natürlich vorkommende organische Säuren (Fruchtsäuren), insbesondere Oxalsäure, aus filtrierten pflanzlichen Säften und -extrakten gewinnen lassen, wenn die Säfte (Diluat) einer Elektrodialyse in mindestens 4 Kammern unterworfen werden, die im Wechsel durch Anionenaustauschermembranen und Kationenaustauschermembranen gebildet werden, wobei

- 35 – in der Kammer (K4) an der Kathodenseite eine Mineralsäure, deren Konzentration durch Zufuhr von konzentrierter und Ableitung der verdünnten Mineralsäure konstant gehalten wird,
- in einer mittleren Kammer (K2) das Diluat unter Zufuhr von Diluat und Ableitung des entsäuerten Diluats,
- in der Kammer (K3) zwischen Säure- und Diluatkreislauf eine Metallsalzlösung unter Zufuhr von destilliertem Wasser und unter Ableitung der konzentrierten Metallsalzlösung und
- 40 – in der Kammer (K1) an der Anodenseite das Fruchtsäurekonzentrat unter Zufuhr von destilliertem Wasser und unter Ableitung des Fruchtsäurekonzentrats zirkulieren,

woraus anschließend die Gewinnung der Fruchtsäuren in an sich bekannter Weise erfolgt.

45 Eine alternative Möglichkeit besteht darin, daß die Säfte und Extrakte (Diluat) einer Elektrodialyse in mindestens 2 Kammern unterworfen werden, die durch eine Anionenaustauschermembran getrennt und jeweils durch eine bipolare Membran begrenzt werden, wobei

- in der Kammer (K2) an der Kathodenseite das Diluat unter Zufuhr von frischem Diluat und Ableitung des entsäuerten Diluats und
- 50 – in der Kammer (K1) an der Anodenseite das Fruchtsäurekonzentrat unter Zufuhr von destilliertem Wasser und unter Ableitung des Fruchtsäurekonzentrats zirkulieren,

woraus anschließend die Gewinnung der Fruchtsäuren in an sich bekannter Weise erfolgt.

55 Grundsätzlich sind für das Verfahren alle pflanzlichen Rohstoffe geeignet, die Fruchtsäure enthalten. Vorzugsweise sollte jedoch Rhabarber eingesetzt werden, der einen hohen Oxalsäuregehalt hat.

Das Verfahren wird zweckmäßig zwischen 10 und 70°C, vorzugsweise zwischen 20 und 50°C, durchgeführt.

60 Das Verfahren zur Gewinnung von natürlich vorkommenden organischen Säuren ermöglicht es, die Fruchtsäuren als Gemisch zu gewinnen. Durch Anlegen unterschiedlicher Stromdichten ist es aber auch möglich, die Säuren selektiv zu gewinnen. Beispielsweise kann die Oxalsäure damit aus dem Fruchtsäuregemisch in hoher Konzentration isoliert werden.

Für den Prozeß in 2 Kammern kann es wichtig sein, daß vor der Elektrodialyse zweiwertige Metallionen, insbesondere Calcium, mittels selektiver Ionenaustauscher abgetrennt werden.

Die Anwendung des Verfahrens ist nicht auf einzelne Zweikammer- bzw. Vierkammersysteme beschränkt. Zu technischen Zwecken wird die Elektrodialyse vorzugsweise in mehreren parallel geschalteten Kammersystemen durchgeführt.

65 Das Verfahren kann sowohl diskontinuierlich im Batch-Betrieb als auch kontinuierlich durchgeführt werden. Die kontinuierliche Variante wird bevorzugt. Sie erfordert die ständige Zugabe der Einsatzprodukte und im mengenmäßig gleichen Verhältnis den Abzug der daraus entstandenen Produkte. Bei der diskontinuierlichen Variante werden die im kontinuierlichen Betrieb notwendigen Zufuhren und Ableitungen weggelassen.

DE 197 55 426 A 1

Das Verfahren wird an Hand der **Abb. 1** und **2** beispielhaft beschrieben. Darin bedeuten:

Bezugszeichenliste

Abb. 1	5
(4-Kammerprozeß, entsprechend Anspruch 1)	
A Anionenaustauschermembran	
K Kationenaustauschermembran	10
K1 Kammer mit Fruchtsäurekonzentrat	
K2 Kammer mit Diluat	
K3 Kammer mit Metallsalzlösung	
K4 Kammer mit Mineralsäure	
+ Anode	15
– Kathode	
1 Konzentratkreislauf (selektierte Säuren)	
2 Diluatkreislauf (z. B. Rhabarbersaft)	
3 Metallsalzkreislauf	
4 Mineralsäurekreislauf	20
5 Zugabe Diluat	
6 Zugabe konzentrierter Mineralsäure	
7 Konzentratabzug zur Kristallisation	
8 Abzug des entsäuerten Diluates	
9 Abzug der Metallsalze	25
10 Abzug verdünnter Mineralsäure	
11 Zugabe von destilliertem Wasser	
12 Zugabe von destilliertem Wasser.	

Abb. 2	30
---------------	----

(2-Kammerprozeß, entsprechend Anspruch 2)

A Anionenaustauschermembran	
AK Bipolare Membran mit Anionen- und Kationenaustauscherseite	35
K1 Kammer mit Fruchtsäurekonzentrat	
K2 Kammer mit Diluat	
+ Anode	
– Kathode	
1 Konzentratkreislauf (selektierte Säuren)	40
2 Diluatkreislauf (z. B. Rhabarbersaft)	
3 Konzentratabzug zur Weiteraufbereitung	
4 Abzug des entsäuerten Diluates	
5 Zugabe Diluat	
6 Zugabe von destilliertem Wasser	45

In **Abb. 1** ist die mögliche Stackkonfiguration in einem Kreisprozeß mit 4 Kammern dargestellt. Die einzelnen Kammern sind durch Kationen- und Anionenaustauschermembran begrenzt, von der Anode aus betrachtet in der Sequenz Kationen- und Anionenaustauschermembran.

In der Kammer K1 zirkulieren die abgetrennten Säuren (1) (Oxalsäure, Äpfelsäure und Citronensäure). In der Kammer K2 zirkuliert das Diluat (2), beispielsweise der zu entsäuende Rhabarbersaft, in der Kammer K3 eine Lösung aus Metallsalzen (3), die während des Prozesses gebildet werden und in der Kammer K4 die als Protonenlieferant benötigte Mineralsäure (4) (z. B. HCl).

Der Prozeß der Entsäuerung kann auch in einer sich wiederholenden Sequenz dieser 4 Kammern durchgeführt werden.

Durch das Anlegen des elektrischen Feldes wandern die Säureanionen aus der Kammer K2 in die Kammer K1, während die Metallkationen in die Kammer K3 diffundieren. Die Protonen der Mineralsäure aus der Kammer K4 wandern in die Kammer K1 und bilden dort mit den Säureanionen die freien organischen Säuren. Aufgrund der unterschiedlichen Molekülgröße der Säureanionen als auch der unterschiedlichen pKs-Werte kommt es zu unterschiedlichen Diffusionsgeschwindigkeiten, die durch das Anlegen unterschiedlicher Stromdichten noch unterstützt werden können.

Die freien Säuren können deshalb sowohl selektiv als auch als Gemisch gewonnen und bis zur Löslichkeitsgrenze aufkonzentriert werden, um einer Kristallisationsstufe (7) zugeführt zu werden.

Der elektrodialytische Verfahrensschritt kann sowohl kontinuierlich als auch im Batch-Betrieb durchgeführt werden.

Die kontinuierliche Variante erfordert die Zugabe von Diluat (5) (z. B. nichtentsäuertem Rhabarbersaft) im mengenmäßig gleichen Verhältnis zum Abzug des entsäuerten Diluates (8). Da die Ladungsträger des Mineralsäurekreislaufes wie oben beschrieben in die Kammern K1 und K3 wandern, ist es zur Aufrechterhaltung des Prozesses notwendig, die Konzentration der Ladungsträger konstant zu halten. Dazu wird ein entsprechender Volumenteil verdünnter Mineralsäure entnommen (10) und durch konzentrierte Mineralsäure (6) ersetzt. Nachteil dieser Konfiguration ist die Bildung von Metallsalzen (9), die entsorgt werden müssen. Zur Aufrechterhaltung des kontinuierlichen Prozesses können über die

Ströme (11) und (12) durch Zugabe von destilliertem Wasser die entnommenen Säurekonzentrat- (7) und Metallsalzkonzentrat (9)-Volumina kompensiert werden. Vorteilhaft allerdings ist die Gewinnung der freien Carbonsäuren, da als Protonenlieferant eine Mineralsäure eingesetzt wird und dadurch die Bildung der schwerlöslichen Salze (insbesondere der Oxalate) vermieden wird.

- 5 **Abb. 2** zeigt eine weitere mögliche Stackkonfiguration mit 2 Kammern, wobei Kammer K1 von der Anode aus betrachtet von einer bipolaren Membran (AK) und einer Anionenaustauschermembran (A) und Kammer K2 von der Anionenaustauschermembran (A) und einer bipolaren Membran (AK) begrenzt werden.

In der Kammer K2 zirkuliert der zu entsäuernde Saft bzw. Extrakt (2) und in der Kammer K1 das Fruchtsäurekonzentrat (1). Die Grundlagen dieses Prozesses sind für Fermentorlösungen an sich bekannt. Durch Anlegen eines elektrischen Feldes kommt es in den bipolaren Membranen (AK) zu einer Wasserspaltung und damit zur Erzeugung der für den Ladungstransport notwendigen Ionen und zur Bildung der freien Säure notwendigen Protonen.

Die Säureanionen wandern durch die Anionenaustauschermembran aus der Kammer K2 in die Kammer K1, bilden mit den Protonen aus der Wasserspaltung die freien Säuren, können dort aufkonzentriert und der Kristallisation (3) zugeführt werden. Bei Entnahme von Säurekonzentrat ist eine entsprechende Menge destillierten Wassers zu ergänzen (6).

15 Die kontinuierliche Variante erfordert wie bei der 4-Kammervariante die Zugabe von Diluat (5) (z. B. nichtentsäuerter Rhabarbersaft) im mengenmäßig gleichen Verhältnis zum Abzug des entsäuerten Diluates (4). Die Gewinnung der Säuren als Gemisch oder selektiv ist, wie oben beschrieben, ebenfalls möglich.

Mit dem beschriebenen Verfahren ist es möglich, natürlich vorkommende organische Säuren aus Säften und Extrakten pflanzlicher Rohstoffe als Gemisch oder selektiv nahezu quantitativ und in guter Qualität zu gewinnen.

20 Die praktische Durchführung des Verfahrens in beiden Prozeßsystemen wird in den Beispielen 1 und 2 beschrieben.

Beispiel 1

(4-Kammer-Prozeß)

25 Für die Elektrodialyse wurde ein ultrafiltrierter Rhabarberextrakt eingesetzt. Er wurde aus dem gesamten oberirdischen Material der Pflanzen gewonnen. Der cut off der Ultrafiltrationsmembran lag bei 100 000 Dalton.

Die Elektrodialyse wurde in einer Reihe von 10 parallel angeordneten mit je 4 Kammern gemäß **Abb. 1** Elektrodialyseeinheiten durchgeführt. Die Kationen- und Anionenaustauschermembranen waren handelsübliche Produkte auf Basis von Styrol-Divenylbenzol-Copolymeren.

30 Membranfläche: 4,60 dm²

Abstand zwischen den Membranen: 1 mm

Dicke der Membran: 0,5 mm.

Zu Versuchsbeginn wurden folgende Lösungen vorgelegt:

- 35 Elektrodenkammern
Anodenspüllösung – Natriumsulfatlösung 3%
Kathodenspüllösung – Natriumsulfatlösung 3%
Mineralsäurekreislauf – Salzsäure 0,2 M
40 Diluatkreislauf – Rhabarberextrakt
Konzentratkreislauf – Aqua dest.
Metallsalzkreislauf – Aqua dest.

Volumen der Lösungen – 5 l.

45 Die Elektrodialyse erfolgte bei 30°C und einem Volumenstrom von 300 l/h pro Kreislauf. Es wurde im spannungskonstanten Betrieb gearbeitet, wobei die Potentialdifferenz 30 V betrug. Die Stromstärke lag zwischen 0,5 und 2 A.

Die Entsäuerung von Rhabarberextrakt dauerte insgesamt 8 Stunden.

Zur Zusammensetzung des Rhabarberextraktes wurden ermittelt:

	Oxalsäure	Äpfelsäure	Citronensäure
vor der Elektrodialyse	0,25 %	1,84 %	0,125 %
55 nach der Elektrodialyse	0,025 %	1,40 %	0,125 %
Konzentratkreislauf	0,225 %	0,44 %	0 %

60 Damit wurde eine 90%ige Abtrennung der Oxalsäure erreicht, wohingegen nur 24% der Äpfelsäure und keine Citronensäure aus dem Saft abgetrennt wurden. Dies belegt die Möglichkeit der selektiven Trennung der Säuren.

Beispiel 2

(2-Kammer-Prozeß)

Für die Elektrodialyse wurde ein ultrafiltrierter Rhabarberextrakt eingesetzt. Er wurde aus dem gesamten oberirdi-

schen Material der Pflanzen gewonnen und vor der Elektrodialyse zur Entfernung zweiwertiger Metallionen einem Kationenaustausch unterzogen. Der cut off der Ultrafiltrationsmembran lag bei 100 000 Dalton.

Die Elektrodialyse wurde in einer 2-Kammerelektrodialyseeinheit gemäß Abb. 2 durchgeführt. Die Anionenaustauschermembranen und bipolaren Membranen waren handelsübliche Produkte auf Basis von Styrol-Devinylnbenzol-Copolymeren.

Effektive Membranfläche: 1 dm²

Abstand zwischen den Membranen: 2 mm

Dicke der Membran: 0,5 mm.

Zu Versuchsbeginn wurden folgende Lösungen vorgelegt:

Elektrodenkammern

Anodenspüllösung – Natriumsulfatlösung 3%

Kathodenspüllösung – Natriumsulfatlösung 3%

Diluatkreislauf – Rhabarberextrakt

Konzentratkreislauf – Aqua dest.

Volumen der Lösungen – 5 l.

Die Elektrodialyse erfolgte bei 40°C und einem Volumenstrom von 100 l/h pro Kreislauf. Es wurde im spannungskonstanten Betrieb gearbeitet, wobei die Potentialdifferenz 30 V betrug. Die Stromstärke lag zwischen 3,0 und 7 A.

Die Entsäuerung von Rhabarberextrakt dauerte insgesamt 5 Stunden.

Zur Zusammensetzung des Rhabarberextraktes wurde ermittelt:

	Oxalsäure	Äpfelsäure	Citronensäure
vor der Elektrodialyse	0,4 %	1,52 %	0,125 %
nach der Elektrodialyse	0,15 %	1,15 %	0,125 %
Konzentratkreislauf	0,25 %	0,35 %	0 %

Damit wurde eine ca. 63%ige Abtrennung der Oxalsäure erreicht, wohingegen nur ca. 23% der Äpfelsäure aus dem Saft abgetrennt wurde und die Citronensäure bei den gewählten Bedingungen überhaupt nicht wandert.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Gewinnung von natürlich vorkommenden organischen Säuren (Fruchtsäuren), insbesondere Oxalsäure, aus filtrierten Pflanzensäften und -extrakten, **dadurch gekennzeichnet**, daß diese (Diluat) einer Elektrodialyse in mindestens 4 Kammern unterworfen werden, die im Wechsel durch Anionenaustauschermembranen und Kationenaustauschermembranen gebildet werden, wobei

- in der Kammer (K4) an der Kathodenseite eine Mineralsäure, deren Konzentration durch Zufuhr von konzentrierter und Ableitung verdünnter Mineralsäure konstant gehalten wird,
- in einer mittleren Kammer (K2) das Diluat unter Zufuhr von Diluat und Ableitung des entsäuerten Diluats,
- in der Kammer (K3) zwischen Säure- und Diluatkreislauf eine Metallsalzlösung unter Zufuhr von destilliertem Wasser und unter Ableitung der konzentrierten Metallsalzlösungen und
- in der Kammer (K1) an der Anodenseite das Fruchtsäurekonzentrat unter Zufuhr von destilliertem Wasser und unter Ableitung des Fruchtsäurekonzentrats zirkulieren,

woraus anschließend die Gewinnung der Fruchtsäuren in an sich bekannter Weise erfolgt.

2. Verfahren zur Gewinnung von natürlich vorkommenden organischen Säuren (Fruchtsäuren), insbesondere Oxalsäure, aus filtrierten Pflanzensäften und -extrakten, **dadurch gekennzeichnet**, daß diese (Diluat) einer Elektrodialyse in mindestens 2 Kammern unterworfen werden, die durch eine Anionenaustauschermembran getrennt und jeweils durch eine bipolare Membran begrenzt werden, wobei

- in der Kammer (K2) an der Kathodenseite das Diluat unter Zufuhr von frischem Diluat und Ableitung des entsäuerten Diluats und
- in der Kammer (K1) an der Anodenseite das Fruchtsäurekonzentrat unter Zufuhr von destilliertem Wasser und unter Ableitung des konzentrierten Fruchtsäurekonzentrats zirkulieren,

woraus anschließend die Gewinnung der Fruchtsäuren in an sich bekannter Weise erfolgt.

3. Verfahren zur Gewinnung von natürlich vorkommenden organischen Säuren (Fruchtsäuren) nach Anspruch 1 oder Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet**, daß als pflanzlicher Rohstoff Rhabarber eingesetzt wird.

4. Verfahren zur Gewinnung von natürlich vorkommenden organischen Säuren (Fruchtsäuren) nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet**, daß das Verfahren zwischen 10 und 70°C, vorzugsweise zwischen 20 bis 50°C, durchgeführt wird.

5. Verfahren zur Gewinnung von natürlich vorkommenden organischen Säuren (Fruchtsäuren) nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Fruchtsäuren als Gemisch oder, insbesondere durch Anlegen unterschiedlicher Stromdichten, selektiv gewonnen werden.

6. Verfahren zur Gewinnung von natürlich vorkommenden organischen Säuren (Fruchtsäuren) nach einem oder

DE 197 55 426 A 1

mehreren der Ansprüche 2 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß vor der Elektrodialyse zweiwertige Metallionen, insbesondere Calcium, mittels selektiver Ionenaustauscher abgetrennt werden.

7. Verfahren zur Gewinnung von natürlich vorkommenden organischen Säuren (Fruchtsäuren) nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß die Elektrodialyse in mehreren parallel geschalteten Kammer-Systemen durchgeführt wird.

8. Verfahren zur Gewinnung von natürlich vorkommenden organischen Säuren (Fruchtsäuren) nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß die Elektrodialyse im Batch-Betrieb unter Weglassung der in Anspruch 1 und 2 angeführten Zufuhren und Ableitungen betrieben wird.

Hierzu 1 Seite(n) Zeichnungen

Abbildung 1

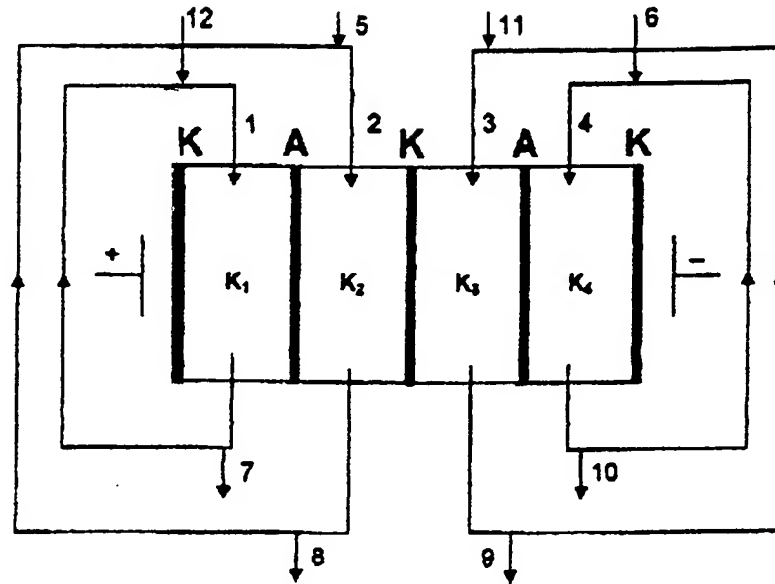


Abbildung 2

